



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

Destinataire : ONUDI - UNIDO - VIENNA
System of consultation
Att. : Ch. GILLEN

17666

Document thématique n° 2

**LES TECHNOLOGIES ELECTRONIQUES AU SERVICE
DU DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL**

Pr. Marc HUMBERT
GERDIC

1ère version

2/33

SOMMAIRE

INTRODUCTION	p. 3
1. PENETRATION DES TECHNOLOGIES DE L'ELECTRONIQUE DANS L'INDUSTRIE	p. 3
2. IMPLICATION DE LA DIFFUSION DES TECHNOLOGIES DE L'ELECTRONIQUE DANS QUELQUES SECTEURS	p. 6
a) L'industrie des vêtements	p. 7
b) La construction mécanique	p. 10
3. ASPECTS A PRENDRE EN CONSIDERATION POUR METTRE LES TECHNOLOGIES DE L'ELECTRONIQUE AU SERVICE DU DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL	p. 14
a) La pertinence des technologies électroniques pour promouvoir le développement industriel	p. 14
b) Les ajustements socio-économiques impliqués par l'emploi des technologies de l'électronique	p. 14
c) Les besoins en formation pour maîtriser les technologies électroniques.....	p. 15
d) La nécessité de développer des capacités de réparation et de maintenance adaptées aux nouveaux matériels.....	p. 15
e) Le soutien possible des coopérations régionales et internationales	p. 15

INTRODUCTION

1. L'essor des technologies électroniques peut être considéré (cf doc. n° 1) comme l'émergence d'un nouvel âge industriel, c'est-à-dire une transformation profonde de l'état de la technologie pour toutes les activités productives de biens et de services. Ceci est principalement lié au fait que leur sont offerts, pour les mener à bien, des systèmes électroniques qui, à force d'être toujours moins chers, moins encombrants et plus rapides, sont de plus en plus généralement adoptés.
2. Les systèmes électroniques dont il est question ici sont ceux définis dans le document n° 1, mais il faut cependant en retirer l'électronique grand public. Sont donc concernés l'informatique, le matériel électronique professionnel, les composants électroniques et les logiciels. Bien que les services jouent un rôle considérable dans l'économie, et que l'emploi et la diffusion de l'informatique, tant dans les services publics que dans les banques, etc., constituent des phénomènes très importants (1), il sera question ici de manière principale de la diffusion de ces systèmes dans l'industrie, laquelle demeure la clef du développement.
3. Il convient tout d'abord de prendre la mesure du degré de pénétration des activités industrielles par les technologies électroniques et d'évaluer ensuite ses implications pour ce qui est de certaines industries particulièrement importantes pour le développement industriel des pays du Tiers-Monde. Ceci permettra enfin de repérer les différents aspects à prendre en considération pour mettre les technologies de l'électronique au service du développement industriel.

1. - PENETRATION DES TECHNOLOGIES DE L'ELECTRONIQUE DANS L'INDUSTRIE

4. Des données précises concernant la diffusion de différents systèmes électroniques dans quelques branches d'activité industrielle au sein de quelques pays de niveaux variables de développement n'existent pas. Des données moins précises sur des domaines moins vastes ne sont pas non plus disponibles. Il faut donc se référer à des études plus générales ou plus ponctuelles pour avoir une évaluation du degré de pénétration des technologies de l'électronique dans l'industrie.
5. Au niveau général, on peut s'appuyer par exemple sur une étude de l'OCDE (2), qui indique que *"depuis le milieu des années soixante-dix jusqu'en 1985 (...), la demande intérieure (aux pays de l'OCDE) de technologies de l'information (3) a progressé en termes réels de quelque 5 % par an, soit plus de deux fois le taux de croissance moyen de la production industrielle totale"*. Toujours selon cette même étude, la proportion des technologies de l'électronique dans la demande intérieure de produits manufacturés est passée de 5,5 % en 1975 à 7,4 % en 1983 à comparer

(1) Au même titre que des biens de l'électronique grand public peuvent rendre des services éducatifs remarquables.

(2) *Perspective de politique scientifique et technologique*, OCDE, Paris, 1988, 123 pages.

(3) L'OCDE ou encore la CEE ont adopté le terme de *"technologies de l'information"* pour désigner ce qui a été défini ici comme *"technologies de l'électronique"*.

avec les 9 % de la demande adressée à l'industrie automobile. Le Japon et les Etats-Unis sont les pays de l'OCDE les plus avancés et cette proportion est chez eux, en 1983, respectivement de 8 et 9 %. Ces chiffres montrent l'importance globale de l'emploi des technologies électroniques dans l'économie et la forte dynamique de croissance de cet emploi.

6. En ce qui concerne plus précisément la pénétration de ces techniques dans l'industrie, au niveau général, la même étude donne des évaluations pour quelques pays de la demande des entreprises en technologie de l'information proportionnellement à la formation brute de capital fixe :

	1984	1987
Etats-Unis	14,6	18,1
Japon	6,9	8,3
France	9,0	9,7
Allemagne	11,6	13,5
Italie	8,8	10,6
Royaume-Uni	15,0	16,7

Source : OCDE, op. cit., p. 105-106.

7. Ces données assez générales sont à prendre comme un indicateur global d'une pénétration forte et dynamique. Une autre étude assez générale consacrée uniquement aux Etats-Unis (4) montre l'évolution depuis 1950 à partir de données mesurées en dollars constants de 1982 de la part des systèmes électroniques dans le total des investissements nouveaux en biens d'équipement et en installation. Cette part passe de 7 % à 10 % entre 1950 et 1960. Elle atteint 20 % en 1978 et dépasse 40 % en 1984. Ici, il s'agit d'investissement réalisés par tous les producteurs de biens et services et ce chiffre correspond au fait, en particulier, du phénomène déjà évoqué de l'informatisation importante des services. Ceci concerne d'ailleurs d'une manière non marginale l'industrie puisque non seulement elle a recours à de multiples services extérieurs, mais que ses propres activités, au sein même des entreprises, requièrent des services de gestion commerciale, de gestion du personnel de gestion de la production, etc.
8. Des données plus détaillées (5) sur la pénétration de l'électronique dans l'industrie de trois pays européens, l'Allemagne, la France et surtout la Grande Bretagne, permettent de préciser un peu les lieux et l'intensité de cette pénétration. Ces données distinguent deux modes de pénétration : l'introduction de la microélectronique dans les produits et l'utilisation de systèmes électroniques dans les processus de production. Entre quarante et cinquante pour cent des établissements

(4) **Technology and the american economic transition - choices for the future**, par l'OTAT, Washington, GPD, 1988, 501 pages, p. 16.

(5) Elles sont tirées ici de deux études. La première publiée en 1985 porte sur les trois pays européens et les données concernant les années 1982 à 1984 (NORTHCOTT J. et alii, **Microelectronics in industry. An international comparison : Britain, Germany, France**, PSI-AGF, janvier 1985, 104 pages). La seconde concerne seulement la Grande-Bretagne mais offre des données pour 1987 (NORTHCOTT J., WALLING A., **The impact of microelectronics**, PSI, 1988, 304 pages).

industriels de ces trois pays utilisent de la micro-électronique d'une manière ou d'une autre en 1984. Tous les secteurs industriels sont concernés dans des proportions à peu près comparables, hormis l'habillement et les textiles un peu à la traîne. Une différence cependant doit être notée : à l'exception des branches mécanique, électrique et électronique et automobile, il n'y a pratiquement pas d'introduction d'électronique dans les produits. Ceci tient bien sûr à la nature des biens, l'heure n'est pas encore de truffier d'électronique les biens alimentaires ou l'industrie des métaux.

9. L'étude prolongée sur le Royaume-Uni permet de rendre compte de l'essor récent de cette pénétration. En 1978, à peine 7 % des usines britanniques utilisaient de la micro-électronique, en 1987 la proportion est de deux tiers. On peut dès lors parler d'une pénétration considérable des technologies électroniques dans l'industrie.

10. **Part (%) des établissements industriels britanniques***
utilisant des technologies électroniques

Industrie	Dans les produits	Dans les procédés	Dans les uns ou les autres
Agro-alimentaire	0	69	69
Chimie, métaux	0	69	69
Construction mécanique	36	58	71
Industries électriques et électroniques	59	60	76
Véhicules	18	47	52
Autres produits métalliques	2	63	64
Textiles	0	57	57
Vêtements	0	44	44
Papier - Imprimerie	0	75	75
Autres	2	51	51
TOTAL	13	59	63

* employant au moins 20 personnes

Source : NORTHCOTT J., op. cit., 1988, p. 51.

11. En ce qui concerne la répartition sectorielle selon les deux types de pénétration, les remarques restent les mêmes, quoiqu'il y ait des écarts entre l'intensité de la pénétration dans les procédés selon les secteurs se réduisent.
12. Dans les établissements introduisant de la micro-électronique au sein de leurs produits, 70 % emploient des microprocesseurs du marché tandis que 18 % utilisent des circuits intégrés à la demande et 11 % des circuits prédiffusés.
13. Parmi les systèmes électroniques employés dans les établissements les ayant introduits dans leurs procédés de production, ce sont les automates programmables qui sont les plus nombreux : près de 30 % de tous les établissements industriels de

Grande-Bretagne en utilisent (soit environ 110 000 automates). Un peu moins de 30 % emploient une station de travail de conception assistée par ordinateur.

14. En revanche, il n'y a qu'une unité de production sur cinq qui utilise une machine-outil à commande numérique (soit un parc d'environ 42 000 unités) et seulement 2 à 3 % à disposer de robots ou de manipulateurs.
15. Ces indications permettent de souligner que dans les pays industrialisés l'électronique a diffusé largement dans l'ensemble des activités, y compris dans les activités industrielles, même si les ateliers des usines ne sont encore que rarement des ateliers entièrement automatisés (6).
16. En revanche, bien que les données disponibles soient rares, on peut penser que la pénétration des technologies de l'électronique dans l'industrie est beaucoup plus modeste dans les pays en développement. En effet, si nombre d'entre eux ont un déficit marqué dans le commerce de produits électroniques, c'est le plus souvent dû à l'électronique grand public ou à de l'informatique destinée aux administrations et aux services. Ce sont donc plutôt les pays excédentaires en électronique qui ont déjà introduit ces technologies, car la production électronique, comme on vient de le voir sur l'exemple du Royaume-Uni, est elle-même fortement utilisatrice des technologies électroniques.
17. Cependant, dans la mesure où, au niveau mondial, la plupart des activités industrielles tendent à employer ces technologies, les pays en développement se trouvent concernés par cet emploi pour leur essor industriel et doivent s'interroger sur les implications de leur pénétration par les technologies électroniques.

2. - IMPLICATION DE LA DIFFUSION DES TECHNOLOGIES DE L'ELECTRONIQUE DANS QUELQUES SECTEURS

18. Compte tenu des observations précédentes, il semble judicieux d'examiner les implications de la diffusion des technologies de l'électronique dans des secteurs caractérisés, pour les uns, par l'introduction de l'électronique dans ces produits, pour les autres, par l'introduction de l'électronique dans les procédés. En ce qui concerne la première catégorie, trois secteurs sont concernés : construction mécanique, industrie électrique et électronique, véhicules. On peut considérer que le second est étudié dans le premier document et que le troisième n'intéresse qu'un nombre très limité de pays en développement. En revanche, la construction mécanique concerne peu ou prou, bien qu'à des degrés divers, tous les pays en développement et, par ses effets, toutes les activités industrielles.
19. Dans la seconde catégorie, tous les secteurs étant maintenant touchés -tout au moins dans les pays industrialisés -, il paraît important de choisir des secteurs d'importance pour la plupart des pays en développement, importance liée à la place dans leur structure industrielle et dans leur commerce extérieur et qui, sans

(6) Le nombre d'ateliers de ce type dit "Ateliers flexibles" dans le monde était estimé à 350 environ en 1985 par une étude de la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies (New-York, 1986, 314 pages, p. 29 et 42). Même avec un taux de croissance très élevé, ce nombre ne doit pas avoir dépassé le milliard aujourd'hui.

L'emploi des technologies de l'électronique, pourrait être remise en cause. Les industries du textile et des vêtements semblent répondre à ce critère. Les pays en développement ayant à l'heure actuelle une position relativement plus avantageuse sur le marché mondial des vêtements que sur celui des textiles alors que la pénétration de l'électronique est restée plus faible dans les vêtements, ce dernier secteur constitue le sujet d'intérêt le plus important quant aux implications potentielles pour les pays en développement de la diffusion des technologies de l'électronique. Nous examinerons donc, rapidement et successivement, les cas de l'industrie des vêtements et celui de la construction mécanique.

a) L'industrie des vêtements

20. L'industrie des vêtements est une industrie assez internationalisée avec de nombreux échanges et des flux d'investissements étrangers. Les pays en voie de développement sont passés de 8 % en 1953 à 25 % en 1975 de la production mondiale (7), part qui semble s'être stabilisée depuis. Leur part dans les exportations mondiales approche 50 % et représente plus de 8 % de la valeur totale de leurs exportations, ou encore 14 % de leurs exportations manufacturières (8). C'est dire l'importance de cette industrie pour le développement industriel.
21. Afin de comprendre comment se posent les problèmes liés à la pénétration des technologies de l'électronique dans cette industrie, il convient de préciser les principales caractéristiques du processus de production de l'industrie du vêtement. On peut distinguer quatre étapes. Les deux premières font appel, dans la technologie traditionnelle, à une main-d'oeuvre hautement qualifiée, tandis que la qualification requise pour les deux autres étapes est beaucoup moins importante.
22. Ces étapes sont les suivantes. Tout d'abord, la création qui décide de ce que sera le vêtement -en fonction de la mode conjoncturelle et du style du fabricant-, cette conception devant se traduire en un procédé de fabrication qui s'appelle le patronage. La deuxième phase est constituée par plusieurs opérations qui sont préalables à l'assemblage : la gradation, le placement et la coupe. La gradation consiste à déterminer à partir du vêtement-type les caractéristiques de toute la gamme de tailles dans lesquelles le vêtement sera réalisé. Le placement constitue à définir la manière de couper au mieux le tissu dans lequel on va tirer toutes les pièces destinées à être assemblées pour former le vêtement. La coupe est une opération qui se fait en général après matelassage, c'est-à-dire la superposition de plusieurs plis de tissu à découper. La troisième phase est celle de l'assemblage qui consiste, avec du fil et des aiguilles comme depuis la plus haute antiquité, à coudre ensemble les différentes pièces. La dernière phase est celle de la finition : pressage, pliage, emballage du vêtement.
23. Pour le moment, les technologies électroniques ont été introduites de manière assez différente et nous pouvons distinguer ce qui se passe dans les deux premières

(7) Source : GATT

(8) Notons cependant qu'au sein de pays en développement, trois quart des exportations sont le fait de quatre pays asiatiques : le Chine, Hong-kong, la République de Corée et Taiwan (GATT, 86-87).

phases de ce qui concerne les deux autres. Nous examinerons donc ces deux catégories séparément.

24. Dans la première catégorie, ce sont les outils de conception assistée par ordinateur qui ont fait leur apparition. Des systèmes graphiques en couleur facilitent, même pour les artistes, les tracés, leurs modifications, tandis que la gradation devient pratiquement automatique. Un tel équipement peut être couplé avec des outils de coupe, ce qui permet d'automatiser l'ensemble des deux premières étapes de production. En 1982, près de 20 % des sociétés de la zone OCDE les plus importantes étaient équipées de systèmes de CAO, tandis que 30 % se préparaient à s'équiper (9). Le couplage avec des systèmes de coupe constitue un des systèmes les plus modernes de ce que l'on peut rencontrer dans l'industrie à processus discontinu. Sur le marché potentiel d'environ 1 000 grandes firmes de l'OCDE, disposant déjà d'un système de CAO, environ 18 % seraient déjà équipés. Selon K. HOFFMAN, l'avantage sur la coupe manuelle pourrait être remarquable (10). Pour une firme d'un chiffre d'affaires annuel de 50 millions de dollars, l'économie en dix ans d'utilisation serait de 3 millions de dollars.
25. L'impact sur l'organisation des entreprises est important, en particulier parce qu'il modifie fortement la nature des qualifications nécessaires. Les professions hautement qualifiées de gradueur, de placeur et de coupeur sont transformées. Celle de gradueur disparaît pratiquement ; dans les systèmes non complètement intégrés, le logiciel de placement est interactif et le placeur garde un métier qualifié avec un nouvel outil à sa disposition ; le métier de coupeur ne disparaît pas mais devient peu qualifié : il faut trois à cinq ans pour former un coupeur manuel, tandis que quelques mois suffisent pour qu'il apprenne à piloter une machine à couper à commande numérique.
26. Les gains directs obtenus par l'entreprise concernent essentiellement l'économie de tissu, qui pourrait dépasser 10 %, ce qui est loin d'être négligeable. Les gains indirects concernent la flexibilité, la rapidité avec laquelle on peut produire de nouveaux vêtements, ce qui est très important quand il s'agit de suivre une mode fluctuante. En revanche, des coûts nouveaux apparaissent essentiellement en matière de gestion et de maintenance de ces nouveaux systèmes qui exigent des personnels spécialisés, tandis que pour tirer profit de tous les avantages, il faut améliorer la gestion des stocks et pour accroître la flexibilité il convient également d'améliorer la gestion des relations avec les fournisseurs et les clients.
27. C'est en fait dans la troisième étape, celle de l'assemblage, que se trouve le problème critique de l'introduction des technologies de l'électronique. Celle-ci s'est bien faite par l'emploi de machines à coudre qui peuvent être de véritables machines à commande numérique extrêmement rapides, mais avec des gains très limités. La raison en est que le temps consacré effectivement à la couture dans cette étape ne représente que 10 à 30 % du cycle d'assemblage d'un vêtement ordinaire (11), le reste étant consacré à la manipulation du tissu. Or, c'est cette étape qui

(9) OCDE, op. cit.

(10) K. HOFFMAN, *Microelectronics and clothing*, Praeger, New-York, 1988, 253 pages, p. 87.

(11) D'après K. HOFFMAN, op. cit.

emploi le plus de main-d'oeuvre : environ 80 % de la main-d'oeuvre de l'industrie du vêtement (12).

28. Les industriels du secteur comprennent bien que c'est là que l'introduction de technologies électroniques adaptées pourrait permettre des gains substantiels de compétitivité (13). Le problème est particulièrement débattu dans plusieurs pays industriels où le secteur comporte de nombreuses entreprises en difficulté. L'effort de recherche et développement est cependant modeste chez ces entreprises, car ici comme dans le textile, ce sont les producteurs de machines qui apportent les progrès technologiques. Ces producteurs étant indépendants, leurs machines sont donc vendues sur les marchés et accessibles à tout opérateur pourvu qu'il en ait les moyens financiers. Le progrès technologique peut donc diffuser sur la planète instantanément.
29. Toutefois, les progrès sur cet étape d'assemblage se font attendre et les pouvoirs publics des pays industrialisés soutiennent activement les efforts de recherche. Ainsi, par exemple, aux Etats-Unis, le ministère du commerce subventionne un projet commun à des firmes de fibres textile et habillement appelé "TC2", au Japon, le M.I.T. encourage la "Technology research association of automated sewing systems" et la C.E.E., au travers du programme BRITE, soutient les recherches sur la manutention automatique de matériaux souples avancés par les fabricants européens de machines à coudre.
30. Au total, les pays en développement gardent donc leur avantage traditionnel dans cette industrie de main-d'oeuvre tant que des progrès décisifs n'interviennent pas dans cette phase de production. Une étude de ces coûts (14) a montré, pour la fabrication d'une chemise habillée en coton, qu'elle revenait en moyenne dans un pays d'Extrême Orient, à 71 % du prix de revient dans un pays européen, la différence portant essentiellement sur les coûts salariaux.
31. L'impact de l'introduction des technologies de l'électronique dans cette industrie sur les pays en développement semble donc extrêmement faible. Tout au moins à court terme. Un certain nombre de pays en développement se sont équipés cependant, soit pour des raisons techniques quand ils achètent par exemple des machines à coudre des cols ou des poches, qui font des travaux d'aspect différent de ceux réalisés à la main, soit parce qu'ils sont en concurrence avec d'autres pays en développement à coûts salariaux plus faibles que les leurs. D'autres aujourd'hui investissent dans des systèmes de CAO en raison des économies que l'on peut réaliser sur le tissu et alors évidemment que plus les coûts salariaux sont bas, plus les coûts en matériau peuvent paraître élevés.
32. Toutefois, globalement, un pays en développement à coûts salariaux relativement faibles peut rester compétitif sans s'engager dans l'emploi de technologies de

(12) OCDE, *Revivifier l'industrie par la technologie*, Paris, 1988, 249 pages, p. 150.

(13) Cf M. DUBOIS, *L'Industrie de l'habillement. L'innovation face à la crise*, Notes et études documentaires, Paris, 1988, 144 pages.

(14) R. VERNET, *Likely technological developments in the textile industry and their potential impact on the future competitiveness of the industrialized countries*, COMITEX, bulletin 85/5, d'après OCDE, op. cit., 1988, p. 148.

l'électronique. Mais ceci ne restera vrai que quelques années. Le processus de pénétration efficace est certes relativement lent, mais inéluctable. Un expert (15) suggère que ceci ouvre en fait une fenêtre aux producteurs de pays en développement. Quand la compétitivité sera perdue, il sera trop tard, il vaudrait mieux commencer cette introduction en profitant de la période de transition (de dix ans ?) ainsi offerte afin de se familiariser avec les nouveaux outils et enclencher un processus d'apprentissage et de les maîtriser le jour où la compétitivité dépendra de leur emploi.

b) La construction mécanique

33. L'industrie de la construction mécanique est considérée ici comme une industrie où les systèmes électroniques n'interviennent pas seulement dans le processus de production, mais s'intègrent au produit lui-même donnant naissance à ce que les Japonais ont appelé la "mécatronique". Cette industrie est d'une importance considérable puisqu'elle fournit les machines destinées à toutes les activités manufacturières.
34. Nous allons considérer dans un premier temps les machines à outil travaillant par enlèvement de métal (laissant de côté celles qui travaillent par déformation du métal) et observer comment évolue la place parmi ces machines de celles qui intègrent les systèmes électroniques et qu'on appelle machines-outils à commande numérique. machines qui sont pilotées à partir d'un ordinateur avec lequel on programme et l'on suit l'évolution du travail des outils. Au Japon, cette part est passée de 17,3% à 51% de la production en valeur entre 1975 et 1981. Le nombre d'unités produites de ces machines par les pays suivants : Japon, Etats-Unis, Allemagne Fédérale, Royaume-Uni, France a plus que quintuplé entre 1975 et 1983 passant de 9440 à 48 500. Sur 2000 firmes japonaises produisant des machines outils, 150 environ produisent de ces nouvelles machines en 1979. Cette proportion est modeste mais le nombre de petits producteurs est très élevé. Aux Etats-Unis sur 600 fabricants de machines à outils, 20% d'entre eux et tous les plus producteurs réalisent des machines à outils à commande Numérique utilisant plusieurs outils que l'on appelle des centres d'usinage (16).
35. Ces données montrent l'importance du changement et de son accélération. Les producteurs de machines-outils doivent de plus en plus offrir des produits correspondant à l'état donné de la technologie c'est-à-dire des produits incorporant des systèmes électroniques. En outre, ces produits doivent être réalisés eux-mêmes en faisant appel, au cours des processus de production, à diverses machines-outils à commande numérique. C'est en effet l'industrie mécanique qui constitue l'industrie détenant le plus de machines-outils à commande numérique (MOCN). Aux Etats-Unis, en 1983, elle dispose de 51% des MOCN nord-américaines (soit 52 540) et 58% des centres d'usinage (soit 13 920 unités). En 1981, au Japon, on trouve des

(15) K. HOFFMAN, op. cit., p. 223.

(16) Toutes ces données sont extraites d'un rapport de l'ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE : "Recent trends in flexible manufacturing", United Nations, New York, 314 pages.

données comparables : 44% des MOCN (soit 11 000 unités) sont installées dans des firmes de l'industrie mécanique (17).

36. Si l'on reste au niveau global de l'industrie de la machine-outil travaillant par enlèvement de métal, on peut considérer que le niveau global de pénétration reste cependant faible. Vu du côté du parc installé, aux Etats-Unis, en 1983, il s'agit de 6 % du parc, au Japon, 4 %. Mais c'est que ces parcs sont très vastes avec de nombreux types de machines-outil. L'un de ces types est nettement plus pénétré par les technologies de l'électronique, ce sont les tours.
37. *PART DES TOURS A COMMANDE NUMERIQUE DANS L'INVESTISSEMENT TOTAL EN TOURS DANS QUELQUES PAYS (%)*.

	France	RFA	Japon	Scède	G-B	Etats-Unis
vers 1975	26	17	23	43	19	nd
1984	85	59	71	83	83	73

Source : CECIMO et NMTBA d'après. S. JACOBSON : "Electronics and Industrial Policy", Allen and Unwin, London, 1986, 252 pages, P. 13

38. Comme on le voit sur ce tableau, le marché des tours autres que des tours à commande numérique s'est réduit de manière considérable entre 1975 et 1984 et les producteurs doivent donc pour survivre réfléchir aux moyens de changer leur produit. Globalement, en 1984, la production mondiale de tours dans les économies de marché a été constituée en valeur aux trois-quarts de tours à commande numérique.
39. Cette évolution remarquable ne s'est pas faite sans secouer l'industrie à l'échelle mondiale. Ce sont les producteurs japonais qui ont joué le rôle moteur du changement, fabriquant des tours relativement simples et bon marché en grandes séries et largement exportés. En 1984, un tour à commande numérique sur deux vendu dans le monde hors du Japon est un tour japonais. Le Japon détient 54% du marché mondial en valeur avec un taux d'exportation de sa production qui est de 69% en 1981 (18).
40. L'impact sur l'organisation des entreprises fabriquant des tours traditionnels est évidemment considérable. Tout d'abord ici et comme pour toutes les productions où il faut introduire de l'électronique dans le produit lui-même, on assiste à une sorte de drame. Le métier et le savoir-faire traditionnels ne suffisent plus et on ne dispose pas de ce dont on a besoin au sein de la profession. Certes, les premières machines à commande numérique des firmes peuvent être des machines traditionnelles à peine modifiées auxquelles on adjoint une commande numérique

(17) Données de l'ECE, op cit pp 53-54. Pour le Japon, ceci concerne uniquement les firmes de plus de 50 employés.

(18) Cf S. JACOBSON op cit.

achetée sur le marché. Si l'on pouvait encore trouver un acheteur de ce type hybride au début des années soixante-dix, cette époque est depuis longtemps révolue.

41. La conception même du produit doit être entièrement repensée en partant d'une base de connaissances dont la moitié est entièrement nouvelle pour la firme. Il faut donc soit entrer en relation profondes avec un fournisseur d'électronique et faire dialoguer les équipes des deux firmes, soit recruter de nouveaux personnels et engager le dialogue au sein de la firme. Qui plus est, les technologies électroniques sont extrêmement évolutives et la mécatronique est encore une industrie nouvelle ce qui signifie qu'il faut développer une mentalité innovante. *et principe de risques.*
42. La nouvelle série de tours à commande numérique que l'on va lancer aura une durée de vie très limitée, sans commune mesure avec les générations précédentes. Cette durée de vie s'est même raccourcie : elle était estimée à 8 ans en 1974, 5 ans en 1978, 3 ans en 1983. Les coûts de recherche et développement d'une série de tours à commande numérique sont pourtant élevés ; de l'ordre de 500 000 à 1 million de dollars (19).
43. Ces coûts de recherche et développement très élevés pour une durée de vie courte du produit rendent nécessaire de réduire les coûts de production et d'accroître les ventes. La plupart des experts (20) s'accordent à considérer que le marketing et le service après-vente constituent avec l'approvisionnement en commande numérique la principale source d'économies d'échelle qui peut aller jusqu'à 30 à 40% de réduction de coût sous réserve d'une production annuelle de l'ordre de 800 unités.
44. Pour réduire ces coûts dans des productions plus grandes, la plupart des grands producteurs se sont lancés dans la mise en place d'ateliers flexibles. Ainsi, par exemple, la firme japonaise YAMAZAKI (21) a mis en place un tel atelier dont la productivité est trois fois celle d'un atelier traditionnel : le cycle total pour obtenir un tour dure quatre semaines au lieu de douze et le nombre d'opérateurs est réduit de 195 à 39.
45. Il est clair que l'industrie mondiale est largement agitée par ces évolutions et qu'au sein des firmes qui survivent les problèmes de réorganisation du travail et de mise en place de nouvelles méthodes de gestion de la production sont considérables : tous les observateurs soulignent les difficultés qu'il y a (dans toutes les industries) à faire fonctionner au mieux des ateliers totalement ou partiellement flexibles pour des raisons essentiellement d'organisation, concernant la logistique et les "ressources humaines".
46. Les pays en développement sont concernés par cette évolution à deux titres. D'une part comme utilisateurs de tours. Les prix des tours à commande numérique étaient très élevés il y a encore une quinzaine d'années, mais ce n'est plus le cas. Les prix

(19) D'après S. JACOBSON op cit 89.

(20) ECE, op cit et BCG "Strategic Study of the machine tool industry" 1985.

(21) cf ONUDI, "Etude globale de l'électronique mondiale". ID/WG. 478/2 (SPEL), 1988, p.123.

japonais (22) étaient d'un écart de 1 à plus de 8 en 1974, l'écart s'était déjà réduit de 1 à 3,5 en 1984 et tend à se réduire encore pour des machines qui en règle générale sont plus performantes. Ceci conduit la plupart des pays en développement à acheter des machines à commande numérique pour leurs activités du travail des métaux et de la construction mécanique.

47. Les pays en développement sont d'autre part concernés comme producteurs pour la quinzaine de pays fabricants de machines-outils et en particulier de tours traditionnels. Tous ces pays ont déjà dû, dès à présent, passer à la production de tours à commande numérique. Outre l'impact du type de celui ressenti par tout producteur traditionnel et décrit plus haut, la firme d'un pays en développement peut se trouver dans l'impossibilité de résoudre localement le problème de l'acquisition du savoir-faire en électronique pour passer de la mécanique à l'électronique.
48. Dans le cas du Brésil et de l'Inde, F.ERBER considère (23) que ces pays qui avaient su faire évoluer leur technologie traditionnelle par imitation des producteurs des pays industrialisés et grâce à une base locale solide de l'industrie du travail des métaux se retrouvent dans l'incapacité de réaliser la mutation technologique avec les forces nationales. Leur marché local est trop étroit et leurs clients, y compris les entreprises publiques, tendent à recourir à des produits importés ne leur offrant pas la possibilité d'une période et d'un domaine d'apprentissage à l'aide de technologies importées.
49. Le cas de pays tel que la Corée, disposant d'un potentiel technologique plus important en électronique, est très différent, toutefois de nombreux problèmes demeurent. La stratégie de tous les producteurs des pays en développement les plus avancés reste, selon S. JACOBSON, une stratégie basse consistant à produire les catégories de tours les moins sophistiquées et les moins chères. Cette stratégie ne peut survivre à long terme, peut-être permet-elle un apprentissage au cours d'une période transitoire ? A moyen et long terme, il est nécessaire, pour rester un véritable producteur de tours, d'entrer dans la production des catégories les plus demandées. Il semble indispensable dans ce cas que les pouvoirs publics des pays en développement concernés prennent des mesures de soutien efficaces et définissent une stratégie claire. Ceci exige à n'en pas douter une étude approfondie.

(22) Cf S. JACOBSON, op. cit.

(23) "Capital goods in industry and the dynamics of economic development in LDCs : the case of Brazil", in M.FRANSMAN (ed), Machinery and Economic Development, Macmillan, 1986, 274 pages, PP 215-245.

3. - ASPECTS A PRENDRE EN CONSIDERATION POUR METTRE LES TECHNOLOGIES DE L'ELECTRONIQUE AU SERVICE DU DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

a) La pertinence des technologies électroniques pour promouvoir le développement industriel

50. Dans la plupart des activités, la pénétration des technologies de l'électronique est en fait plus lente que ce que l'on croyait entrevoir au début des années quatre-vingt. En particulier les avantages fondés sur les coûts salariaux et que détiennent les pays en développement ne sont pas érodés. On peut donc observer qu'un bon nombre d'activités industrielles peuvent continuer de se dérouler en employant les technologies traditionnelles.
51. Ceci étant, bien que suivant un rythme plus lent que celui supposé par certaines prévisions, le mouvement de pénétration ne semble pas réversible et à moyen ou long terme la question de la pertinence des technologies électroniques ne se posera plus, ces techniques s'imposeront.
52. Aujourd'hui, cette question se pose, ceci permet aux pays en développement de choisir les activités qu'ils veulent concerner en considérant non seulement les avantages de productivité, de qualité, de spécificité des produits, mais ceux qui leur permettent de faire cheminer leur appareil de production industriel vers la configuration qui sera nécessaire au début du troisième millénaire.

b) Les ajustements socio-économiques impliqués par l'emploi des technologies de l'électronique

53. Les exemples des industries du vêtement et de la machine-outil ont montré clairement qu'au niveau micro-économique, l'utilisateur des technologies électroniques réduisait le nombre de postes de travail. La plupart des études menées dans les pays industrialisés montrent que les résultats macro-économiques ne sont pas négatifs. Ceci ne veut pas dire que le résultat macro-économique soit spontané, il y a plutôt lieu de croire que des politiques d'accompagnement sont nécessaires pour faciliter la réorganisation du système socio-économique.
54. Ces exemples montrent également que l'effet le plus important est celui de la nécessaire réorganisation du travail dans son sens le plus large, au sein de l'entreprise. Les qualifications d'anciens postes de travail sont modifiées, d'autres disparaissent, de nouvelles sont nécessaires. Les anciens savoir-faire ne sont plus adaptés ou doivent se combiner avec d'autres éventuellement disponibles au sein d'entreprises avec lesquelles il faut coopérer. En outre, la coopération intra-entreprise, nécessaire, des travailleurs, leur concernement vis-à-vis de l'organisation du travail en cours semble devoir être plus grand qu'auparavant (24). On se trouve manifestement confronté à une nouvelle conception du travail qui exige des ajustements socio-économiques importants.

(24) Voir par exemple J.C. NEFFA, *Proceso de trabajo, nuevas tecnologías informatizadas y condiciones y medio ambiente de trabajo en Argentina*, Friedrich Ebert, Buenos Aires, 1988, 130 pages.

c) Les besoins en formation pour maîtriser les technologies électroniques

55. Au premier rang de ces exigences, il faut évidemment compter la formation. Si un certain nombre d'emplois traditionnels disparaissent, ou sont déqualifiés, de nouveaux emplois, souvent qualifiés ou très qualifiés, sont nécessaires pour maîtriser les technologies électroniques.
56. On considère parfois que les pays en voie de développement disposent d'une main-d'oeuvre qualifiée abondante. Il serait bon de s'interroger sur cette affirmation alors que l'obstacle le plus fréquemment invoqué dans les pays industrialisés à l'introduction des technologies électroniques dans une entreprise est celui du manque de personnel qualifié en électronique (25). On ne saurait oublier non plus les qualifications nouvelles nécessitées par les problèmes d'organisation de la production et du travail.

d) La nécessité de développer des capacités de réparation et de maintenance adaptées aux nouveaux matériels

57. Un des dangers courants qui guette l'utilisateur potentiel de matériels nouveaux pour lesquels le producteur n'est pas à proximité, ou pour lequel seul l'achat a été financé, est de voir ce matériel tomber rapidement en panne, voire ne jamais fonctionner.
58. La plupart des systèmes électroniques exigent un service après-vente et une maintenance systématique qui sont en général offerts par le producteur ou par des sociétés de services spécialisés. Ces opérations sont coûteuses et il est en général préférable pour les firmes de les assurer au moins en partie. La maintenance courante et les petites réparations n'en exigent pas moins pour ce type de matériel un personnel qualifié et des matériels adaptés.
59. En outre, la réparation et la maintenance constituent sur ces matériels une opération qui, par certains côtés, apporte un apprentissage technologique. Elles peuvent donc contribuer au développement industriel.

e) Le soutien possible des coopérations régionales et internationales

60. Dans tous ces aspects, et surtout transferts de technologies et ^{camp des} amélioration des technologies existantes, ^{des} ouverture de nouvelles formations et ^{des} développement des capacités de réparation et de maintenance, des possibilités de coopérations, aux niveaux régional, interrégional et international devraient être examinées.

(25) Cf J. NORTHICOTT, op. cit.